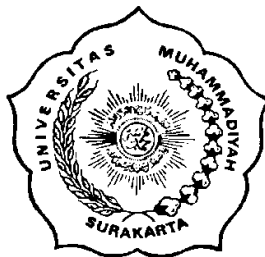


NASKAH PUBLIKASI

PRARANCANGAN PABRIK

ETIL AKRILAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI

KAPASITAS 50.000 TON PER TAHUN



Oleh :
Ike Sambungsari
D 500 080 013

Dosen Pembimbing
1. Eni Budiwati, ST., M.Eng.
2. Ir. Haryanto AR., M.S.

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA

2013

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/tugas akhir:

Nama : Ir. Haryanto AR., M.S.

NIP/NIK : 196307051990031002

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/tugas akhir dari mahasiswa :

Nama : Ike Sambung Sari

NIM : D 500 080 013

Program Studi : Teknik Kimia

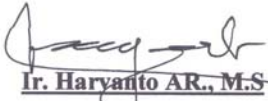
Judul Skripsi : Prancangan Pabrik Etil Akrilat dengan Proses Esterifikasi
Kapasitas 50.000 ton/tahun

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, 2/5.....2013

Dosen Pembimbing


Ir. Haryanto AR., M.S.

NIP.196307051990031002

INTISARI

Prarancangan pabrik etil akrilat dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan etil akrilat dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk diekspor. Etil akrilat dibuat melalui reaksi esterifikasi asam akrilat dan etanol direncanakan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun pada tahun 2017. Pabrik etil akrilat ini membutuhkan bahan baku etanol sebanyak 4.313,60 kg/jam, asam akrilat sebanyak 5.075,88 kg/jam dan produk yang dihasilkan berupa etil akrilat sebanyak 6.313,13 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebanyak 10.593,23 kg/jam yang diperoleh dari sungai Cidanau, kebutuhan steam sebanyak 3.529,02 kg/jam yang diperoleh dari boiler dengan bahan baku batu bara sebanyak 383,32 kg/jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator sebesar 93,06 kW/jam dengan kebutuhan bahan bakar batu bara sebanyak 14,85 kg/jam.

Proses sintesa etil akrilat dilakukan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), reaksi berlangsung pada fase cair pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm. Untuk memurnikan etil akrilat dilakukan proses distilasi dan dekantasi sehingga diperoleh produk etil akrilat dengan kemurnian 99,5%.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh hasil yaitu *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 66,54% dan setelah pajak sebesar 46,58%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,31 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 1,77 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 43,28%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 32,97%. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 47,85%. Berdasarkan data di atas maka pabrik etil akrilat dengan proses esterifikasi ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : etil akrilat, esterifikasi, RATB

A. PENDAHULUAN

Peradaban manusia terus berkembang seiring dengan perkembangan industri di Indonesia, perubahan ini didorong oleh meningkatnya kebutuhan manusia dalam segala aspek. Salah satu bagian industri yang berkembang pesat adalah industri kimia, industri ini mengolah bahan mentah menjadi bahan setengah jadi maupun bahan jadi yang siap untuk dipasarkan. Permintaan pasar akan kebutuhan bahan-bahan kimia semakin meningkat sehingga pembangunan industri kimia perlu ditumbuh kembangkan.

Salah satu bahan kimia yang banyak digunakan adalah etil akrilat, penggunaan utama bahan kimia ini sebagai bahan baku pembuatan resin akrilat, yang kemudian digunakan dalam formulasi cat dan produk lateks. Etil akrilat digunakan untuk membentuk lapisan cat yang tahan terhadap air, sinar matahari dan cuaca, lapisan ini mempertahankan fleksibilitasnya bahkan pada temperatur rendah (*Department of Health and Human Services Public Health Services, 1998*).

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan etil akrilat adalah etanol dan asam akrilat. Etanol diperoleh dari PT. Indonesia Ethanol Industry di Lampung Tengah dengan kapasitas produksi 35.000 kL/tahun (Fatoni, 2010) sedangkan bahan baku asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia (NIS) di Cilegon dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun sehingga ketersediaan bahan baku tidak menjadi masalah karena cukup tersedia di Indonesia. Beberapa pabrik etil akrilat yang telah berdiri di Indonesia adalah PT. Nippon Shokubai Indonesia (NIS) di Cilegon dengan kapasitas produksi 60.000 ton/tahun dan PT. Panca Puri Industrial di Anyer dengan kapasitas produksi sebesar 20 ton/tahun (Anonim, 2012).

B. PERANCANGAN KAPASITAS

Data impor kebutuhan etil akrilat di Indonesia diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2005 sampai 2011. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Impor Etil Akrilat di Indonesia (Biro Pusat Statistik, 2012)

No.	Tahun	Berat (kg)
1	2005	12.954,597
2	2006	16.725,428
3	2007	23.681,994
4	2008	34.227,854
5	2009	29.387,044
6	2010	26.806,574
7	2011	29.068,864
Total		172.852,36

Dari tabel diperoleh rata-rata kebutuhan impor etil akrilat sebesar 2.302,038 ton/tahunnya, selanjutnya dapat diketahui total kebutuhan impor etil akrilat pada tahun 2019 sebesar 47.485,17 ton. Berdasarkan pertimbangan dari data impor Indonesia dan kapasitas minimum pabrik etil akrilat di Indonesia maka dengan menggunakan analisa rata-rata kebutuhan impor per tahunnya, akan dapat diperkirakan kebutuhan etil akrilat pada tahun 2019 sebesar 47.485,17 ton/tahun. Pemilihan kapasitas produksi yang direncanakan pada tahun 2019 adalah 50.000 ton/tahun guna mencukupi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor. Berdasarkan pertimbangan ketersediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, tenaga kerja, utilitas air, iklim, dan sarana komunikasi, maka lokasi pabrik etil akrilat ini ditetapkan di Cilegon, Banten.

C. PROSES PEMBUATAN ETIL AKRILAT

Berdasarkan bahan baku yang digunakan terdapat beberapa proses pembuatan etil akrilat, yaitu :

1. Proses Esterifikasi,
2. Proses Asetilen,
3. Proses Reppe bertekanan tinggi,
4. Proses Oksidasi *propene*.

Dari beberapa proses dipilih proses esterifikasi dari etanol dan asam akrilat karena proses tersebut yang relatif sederhana, harga bahan baku yang lebih murah dan kondisi operasi yang lebih aman dibandingkan proses yang lainnya. Proses ini berjalan pada fase cair dalam Reaktor Alir Tangki Berpengandung (RATB) dengan katalis asam sulfat pada suhu 70°C pada tekanan 1 atm. *Yield* produk berdasarkan asam akrilat sebesar 90 % (McKetta, 1994) dan konversi sebesar 90% (Horshberger et al., 2005).

D. TINJAUAN KINETIKA

Ditinjau dari segi kinetika reaksi, kecepatan reaksi antara etanol dan asam akrilat menjadi etil akrilat adalah reaksi orde dua. Persamaan reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut (Witczak et al., 2004) :



$$r = k_1 C_{\text{cat}} (C_{\text{AA}}^2 C_{\text{EtOH}} - \frac{C_{\text{EA}}^2 C_{\text{H}_2\text{O}}}{K^2})$$
$$k_1 = (3,26 \times 10^6) \exp\left(\frac{-15900}{RT}\right)$$

Dimana :

C_{AA} = Konsentrasi asam Akrilat (mol/dm³)

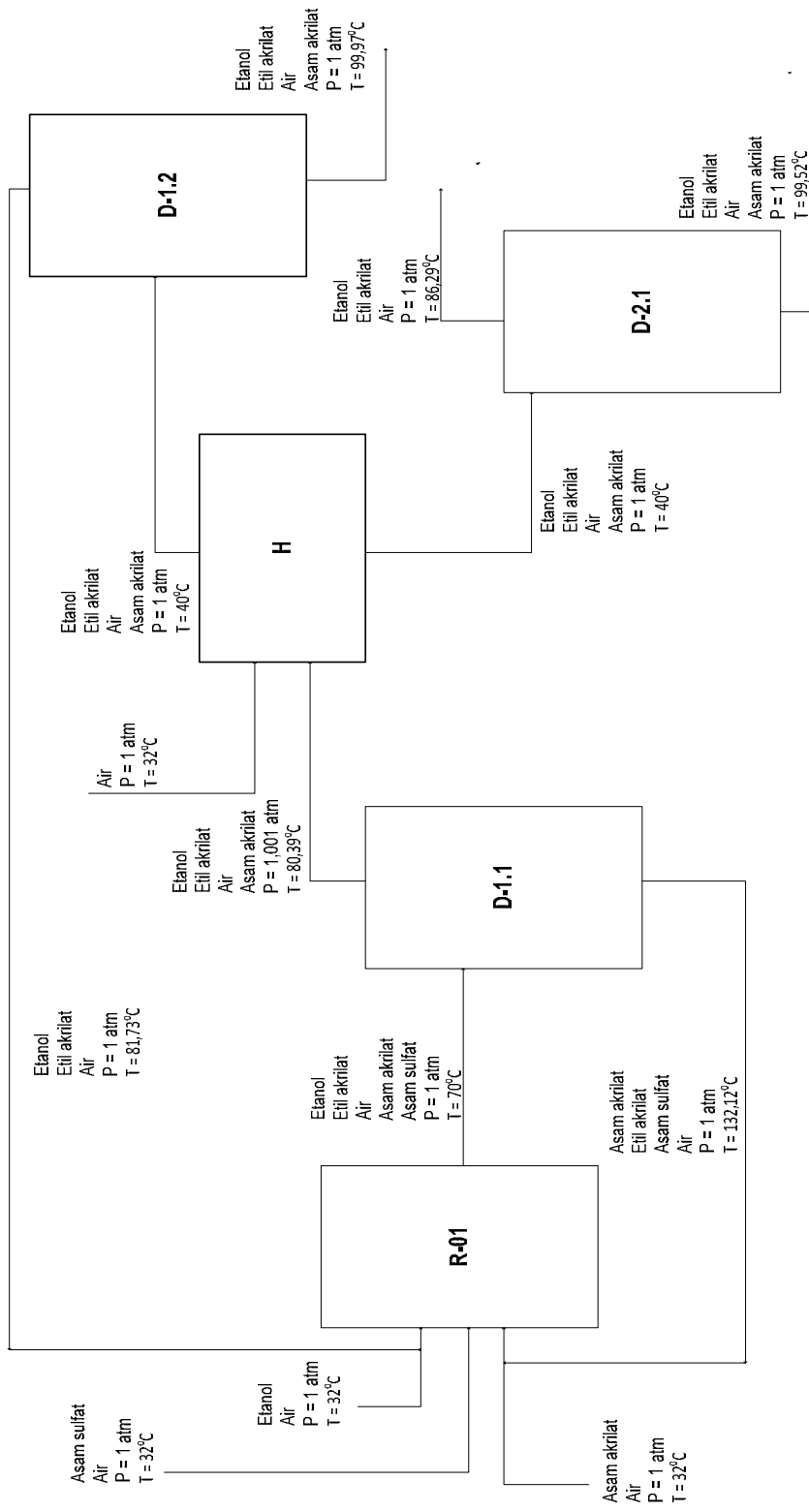
C_{EtOH} = Konsentrasi etanol (mol/dm³)

C_{EA} = Konsentrasi etil Akrilat (mol/dm³)

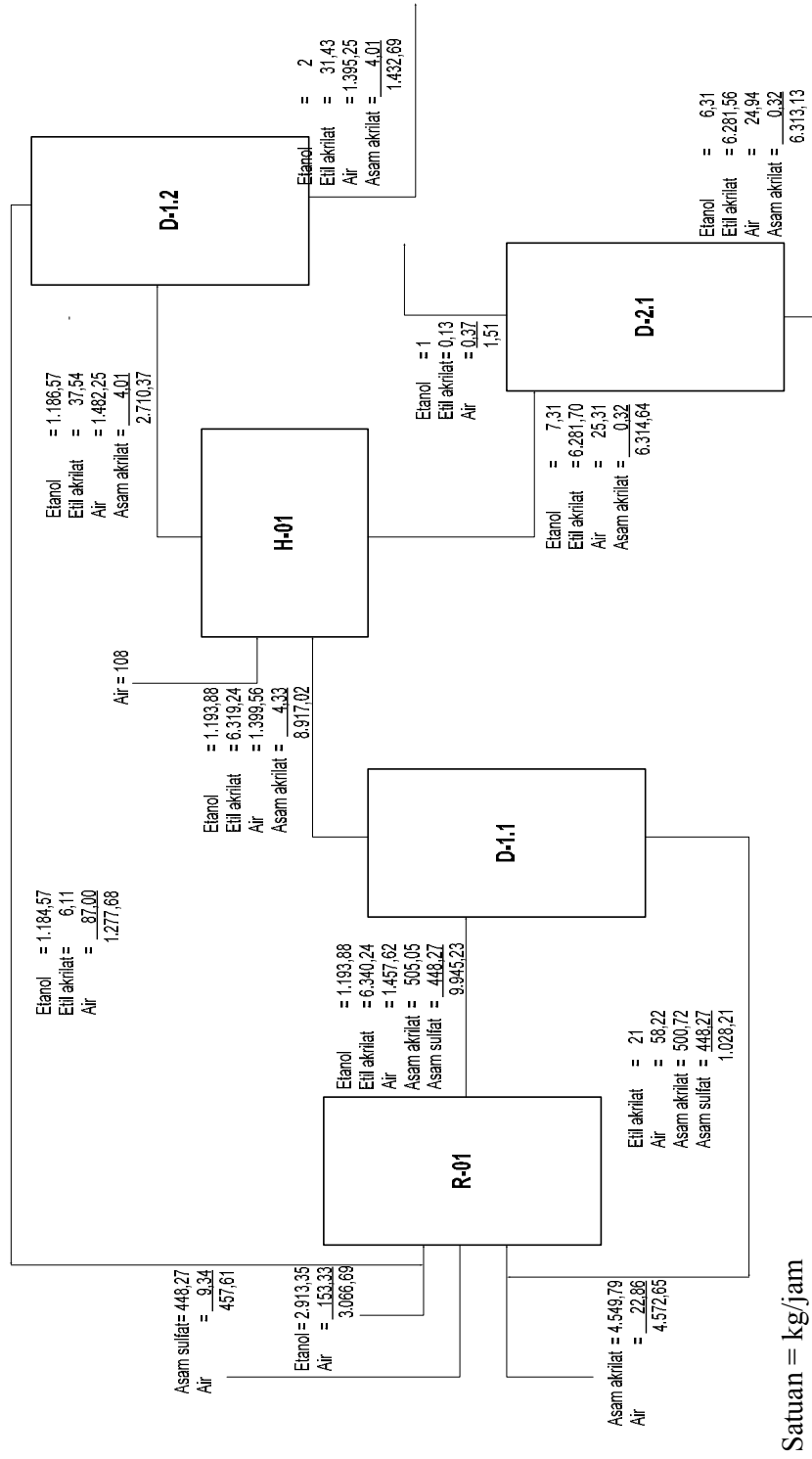
C_{H_2O}	= Konsentrasi air (mol/dm^3)
k_1	= konstanta kecepatan reaksi ($\text{dm}^3/\text{mol.min}$)
K	= konstanta kesetimbangan
R	= kecepatan reaksi ($\text{mol/dm}^3.\text{min}$)
T	= Temperatur (K)

Reaksi esterifikasi antara asam akrilat dan etanol menjadi etil akrilat bersifat eksotermis, Kedua reaksi berjalan pada fase cair-cair di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada suhu 70°C dan tekanan atmosferis.

Adapun tinjauan untuk melihat diagram alir proses secara lebih detail dari hasil perancangan dapat dilihat pada gambar 1.1. dan 1.2.



Gambar 1.1. Diagram alir kualitatif



Gambar 1.2. Diagram alir kuantitatif

E. SPESIFIKASI ALAT UTAMA PROSES

1. Reaktor 01 (R-1)

Spesifikasi alat

Nama	: R-1
Fungsi	: Mereaksikan asam akrilat dan etanol menjadi etil akrilat dan air hingga mencapai konversi 90%
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 1 atm (101,3 kPa)
Tekanan	: 70°C (343,15 K)
Diameter	: 0,61 m
Tinggi	: 4,85 m
Volume	: 34,87 m ³
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Pengaduk	
Jenis	: Turbin dengan 6 <i>blade disk</i> standar
Kecepatan	: 58,75 rpm
Diameter	: 1,097 m
<i>Power motor</i>	: 14 hp
Pendingin	
Jenis	: Jaket
Medium	: <i>Cooling water</i>
Tinggi jaket	: 2,89 m
Tebal jaket	: 0,19 in (0,004 m)

2. Stripper (D-2.1)

Spesifikasi alat

Nama	: D-2.1
Fungsi	: Memisahkan etil akrilat sehingga kemurniannya mencapai 99,5%

Jumlah : 1 buah
 Jenis : *Plate Sieve Tray*
 Bahan konstruksi : *Stainless steel*
 Kondisi Operasi
 Kondisi Operasi Atas :
 Tekanan : 1 atm (101,3 kPa)
 Suhu : 86,29 °C (359,44 K)
 Kolom Distilasi Bawah
 Tekanan : 1,002 atm (101,5 kPa)
 Suhu : 99,52°C (372,67 K)
 Tebal *head* : 3/16 in (0,004 m)
 Tebal shell : 3/16 in (0,004 m)
 Diameter : 0,68 m
 Tinggi stripper : 10,21 m

3. Menara Distilasi (D-1.1)

Spesifikasi alat

Nama : D-1.1
 Fungsi : Memisahkan etil akrilat dari asam sulfat dan asam akrilat
 Jumlah : 1 buah
 Jenis : *Plate Sieve Tray*
 Bahan konstruksi : *Stainless steel*
 Kondisi Operasi
 Kondisi Operasi Atas :
 Tekanan : 1 atm (101,3 kPa)
 Suhu : 80,39 °C (353,54 K)
 Kondisi Operasi Bawah
 Tekanan : 1,002 atm (101,5 kPa)
 Suhu : 132,12°C (405,27 K)
 Tebal *head* : 5/16 in (0,007 m)

Tebal shell : 5/16 in (0,007 m)
Diameter : 3,44 m
Tinggi menara : 8,12 m

4. Menara Distilasi (D-1.2)

Spesifikasi alat

Nama : D-1.2
Fungsi : Memisahkan etanol dari air
Jumlah : 1 buah
Jenis : *Plate Sieve Tray*
Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi Operasi

Kondisi Operasi Atas :

Tekanan : 1 atm (101,3 kPa)
Suhu : 81,73 °C (354,88 K)

Kondisi Operasi Bawah

Tekanan : 1,002 atm (101,5 kPa)
Suhu : 99,97°C (373,12 K)
Tebal *head* : 3/4 in (0,01 m)
Tebal shell : 3/4 in (0,01 m)
Diameter : 0,65 m
Tinggi menara : 15,32 m

5. Dekanter (H)

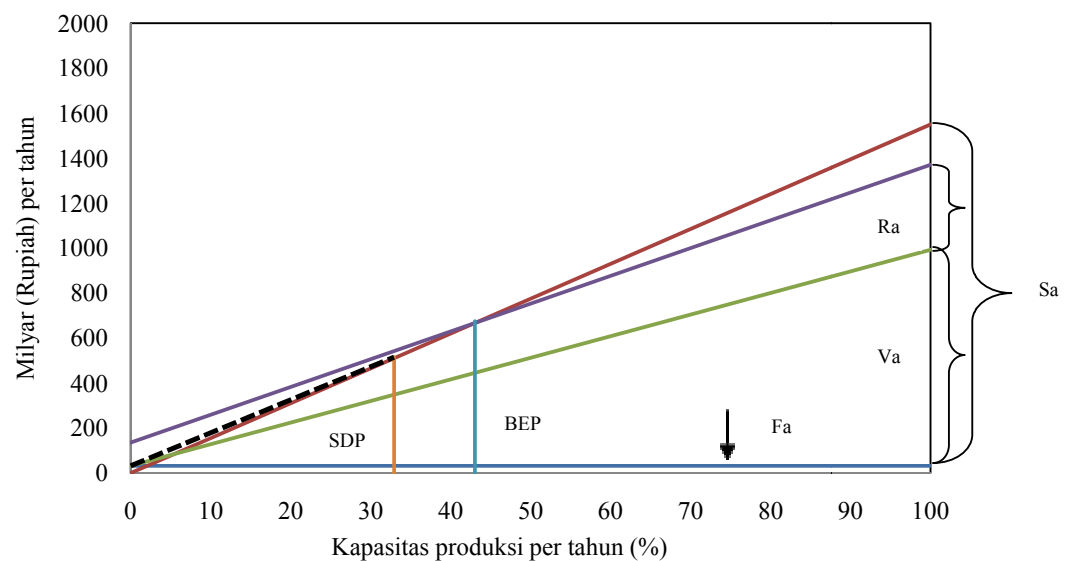
Spesifikasi alat

Nama : H
Fungsi : Memisahkan etil akrilat dari etanol dan air
berdasarkan densitasnya
Jumlah : 1 buah
Jenis : *Silinder horizontal*

Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Volume	: 5,74 m ³
Panjang	: 3,93 m
Diameter	: 1,63 m
Tekanan	: 1 atm (101,3 kPa)
Temperatur	: 40°C (313,15 K)

F. Analisis Ekonomi

Pabrik ini menggunakan modal tetap sebesar Rp. 250.681.413.076,04 dan modal kerja sebesar Rp. 99.059.928.503,38. Dari hasil analisis ekonomi diperoleh parameter-parameter ekonomi sebagai berikut: *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 66,54% dan setelah pajak sebesar 46,58%; *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,31 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 1,77 tahun; *Break Even Point* (BEP) sebesar 43,28%; *Shut Down Point* (SDP) sebesar 32,97%; dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 47,85%. Adapun untuk gambar hasil analisis dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 1.3. Grafik analisa ekonomi

G. Kesimpulan

Pabrik etil akrilat digolongkan pabrik beresiko cukup rendah, karena pabrik beroperasi pada tekanan 1 atm dan suhu 70°C. Analisa kelayakan ekonomi pabrik etil akrilat dinyatakan sebagai berikut:

1. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 166.809.824.459,51 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 116.766.877.121,66 per tahun.
2. *ROI (Return On Investment)* sebelum pajak adalah 66,54%.
ROI (Return On Investment) sesudah pajak adalah 46,58%.
ROI (Return On Investment) sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 11% (Aries dan Newton, 1955).
3. *POT (Pay Out Time)* sebelum pajak adalah 1,31 tahun
POT (Pay Out Time) sesudah pajak adalah 1,77 tahun
POT (Pay Out Time) sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah maksimal 5 tahun (Aries dan Newton, 1955).
4. *BEP (Break Event Point)* adalah 43,28% dan *SDP (Shut Down Point)* adalah 32,97%. *BEP* untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40%-60%.
5. *DCF (Discounted Cash Flow)* adalah 47,85%. *DCF* yang dapat diterima harus lebih besar dari bunga pinjaman di bank. Besarnya *DCF* untuk pabrik beresiko rendah minimal 1,5 kali besarnya bunga bank.

Berdasarkan hasil dari analisis kelayakan ekonomi tersebut diperoleh kesimpulan bahwa pabrik etil akrilat layak untuk didirikan dan dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012, “ Kapasitas pabrik yang telah berproduksi : web : <http://www.scribd.com/doc/89232564/TAMBAHAN-UNTUK-PPAE>”
- Aries, R.S., Newton, RD., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc.Graw Hill Book Company Inc, New York, Toronto, London.
- Badan Pusat Statistik, 2012, “Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia”, <http://www.bps.go.id>, diakses Jum’at, 25 Mei 2012, pukul 16.04 WIB.
- Department of Health and Human Services Public Health Services, 1998, “*Report on Carcinogens Background Document for Ethyl Acrylate*”, North Carolina 27709.
- Fatoni G. M.,2010, “Analisa Kelayakan Bioetanol di Indonesia”, Fakultas Ekonomi Program Studi Akuntansi Universitas Indonesia.
- Horshberger et al., 2005, “*Method for Producing Ethyl Acrylate*”, Pub. No.: US. Patent 2005/0107629 A1.
- McKetta J., 1984, “*Encyclopedia of Chemical Processing and Design*”, Vol.20, Marcel Dekker, New York.
- M. Witczak et al., 2004, “*Kinetyka estryfikacji kwasuakrylowego nizsymi alkoholami alifatycznymi*, Inz., Chem. Proces-owa 25 (2004) 331-340”